

EXPRESS MAIL CERTIFICATE

Date 1/14/02 Label No. 676772166105

I hereby certify that, on the date indicated above, this paper or fee was deposited with the U.S. Postal Service & that it was addressed for delivery to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, DC 20231 by "Express Mail Post Office to Addressee" service.

D Beck

Name (Print)

D Beck

Signature

PLEASE CHARGE ANY DEFICIENCY UP TO \$300.00 OR CREDIT ANY EXCESS IN THE FEES DUE WITH THIS DOCUMENT TO OUR DEPOSIT ACCOUNT NO. 04-0100

2

31046 U.S. PTO
10/047008
01/14/02

Customer No.:



07278

PATENT TRADEMARK OFFICE

Docket No.: 6920/OK203

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: Yoshitada KATAGIRI; Etsu HASHIMOTO; Kenichi SUZUKI

Serial No.: NOT YET ASSIGNED

Art Unit:

Confirmation No.:

Filed: CONCURRENTLY HEREWITH Examiner:

For: LASER OSCILLATOR, OPTICAL COMMUNICATION METHOD AND SYSTEM

CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, DC 20231

Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. Section 119 based on

Japan application No. 2001-011545 filed January 19, 2001.

A certified copy of the priority document is submitted herewith.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Marc S. Gross", is written over a horizontal line.

Dated: January 14, 2002

Marc S. Gross
Reg. No. 19,614
Attorney for Applicant(s)

DARBY & DARBY P.C.
805 Third Avenue
New York, New York 10022
212-527-7700

Docket No. 6920/OK203

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-011545

出 願 人

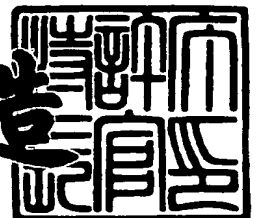
Applicant(s):

日本電信電話株式会社

2001年12月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3109652

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH126610

【提出日】 平成13年 1月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 片桐 祥雅

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 橋本 悦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 鈴木 謙一

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078499

【弁理士】

【氏名又は名称】 光石 俊郎

【電話番号】 03-3583-7058

【選任した代理人】

【識別番号】 100074480

【弁理士】

【氏名又は名称】 光石 忠敬

【電話番号】 03-3583-7058

【選任した代理人】

【識別番号】 100102945

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 康幸

【電話番号】 03-3583-7058

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 020318

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光通信方法及びレーザ発振器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信側で少なくとも二つの波長の光に同一信号を重畳させて光信号を送信し、これらの光信号を多重化して光ファイバ又は空間を伝播させ、受信側で対応する波長の信号を選択して同時に同一光検出器で直接検波することにより復調する光通信方法であって、

前記少なくとも二つの波長の光は、単峰性のモードが同時に発振するレーザ光であって、各々のモードの光子の統計分布がボーズアインシュタイン分布に従い、且つ、それら二つのモードの和の光子の統計分布がポアソン分布に従うレーザ光であることを特徴とする光通信方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光通信方法において、

信号光を構成する波長毎又はいくつかの波長の束毎に異なる経路で且つ等距離を伝播させ、受信地点で合波して同時に同一光検出器で直接検波するとにより復調することを特徴とする光通信方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の光通信方法において、

前記少なくとも二つの波長の光の強度が等しくなるようにすることを特徴とする光通信方法。

【請求項 4】 透過中心波長が異なる少なくとも二つのバンドパス光フィルタと利得飽和特性を有する光増幅媒体を含むレーザ発振器であって、

前記バンドパス光フィルタの二つの中心波長に一致する単峰性のモードが同時に発振し、各々のモードの光子の統計分布がボーズアインシュタイン分布に従い、且つ、それら二つのモードの和の光子の統計分布がポアソン分布に従うことを特徴とするレーザ発振器。

【請求項 5】 請求項 4 に記載のレーザ発振器において、

利得飽和特性を有する光増幅媒体は半導体光増幅器であることを特徴とするレーザ発振器。

【請求項 6】 請求項 4 又は 5 に記載のレーザ発振器において、

透過中心波長が異なる少なくとも二つのバンドパス光フィルタと利得飽和特性

を有する光増幅媒体を含むレーザ発振器は光ファイバを用いたリング共振器で構成され、このリング共振器の光経路の1点を分岐して前記バンドパス光フィルタにそれぞれ入射し、その透過光を再び合波して1本の光ファイバに結合させることによりリング共振器内を異なる二つの波長のモードで同時発振させてレーザ光を得ることを特徴とするレーザ発振器。

【請求項7】 請求項4, 5又は6に記載のレーザ発振器において、
各々の分岐に可変光減衰器を備え、各々のバンドパス光フィルタの透過中心波長の光強度が等しくなるように前記可変光減衰器を調整することを特徴とするレーザ発振器。

【請求項8】 請求項4, 5, 6又は7に記載のレーザ発振器において、
リング共振器内に偏波制御器を配置したことを特徴とするレーザ発振器。

【請求項9】 請求項4, 5, 6又は7に記載のレーザ発振器において、
リング共振器を構成する光ファイバは偏波保持ファイバであり、レーザ発振器の光出力が最大となるように偏波状態を調整して接続したことを特徴とするレーザ発振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光通信方法及びレーザ発振器に関する。具体的には光信号のスクランブル技術に関し、盗聴等による不正行為を無効にする高信頼の光通信システムに有用である。

【0002】

【従来の技術】

光ファイバを伝送媒体とした光通信システムでは、光ファイバを局所的に曲げることにより容易に光ファイバ中を伝搬するモードを放射モードに変換して外に取り出せるため、電線を用いた電気通信と同様に盗聴が可能である。また、光の空間伝搬による通信システムにおいても、無線と同様に光受信機を設置することで容易に盗聴が可能である。

【0003】

盗聴により受信した信号を復調することができれば、データが暗号化されていた場合でも理論的には解読される可能性を残している。

【0004】

このため、盗聴により受信した信号から復調することが困難な通信方式が望まれている。そのような通信方式として、従来よりレーザ発振器の不規則性（カオス性）など人為的には再生が不可能な量子力学的な揺らぎを採り入れた通信方式が検討されている。

【0005】

例えば、カオス的な揺らぎを持つレーザ光をキャリアとして用い、それにデータを重畳して送信し、受信側で配置したレーザ共振器に送信した信号光の一部を入力して同期発振させることによりキャリア成分を抽出してデータを復調する通信方式がある。この方式によれば、キャリア成分を抽出する前記の特殊な手段を持たなければ、通常の信号光を直接検波する通信方式では受信された信号が常に雑音状態となるためデータを復調することはできない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

レーザ共振器に信号光を入力して同期発振させることによりキャリア成分を抽出する場合、光キャリア周波数とレーザ共振器の発振周波数を高精度で一致させる必要がある。しかし、光通信に用いる赤外光の光周波数は約 1.90 THz と通常の電気又はマイクロ波の周波数（数ギガヘルツ）よりも大幅に高い。このため、レーザ共振器の揺らぎ（例えば共振器長の熱的、機械的な揺らぎ）による発振周波数の変化量は大きい。また、揺らぎはレーザ共振器の屈折率変化等の物性的変化も反映しているため、広帯域の成分を持っている。

【0007】

レーザ光をもう一つの独立なレーザ共振器に注入して同期発振させようとする、レーザ共振器の共鳴周波数を注入光の光周波数に精度よく合わせる必要がある。

【0008】

しかし、同期発振させようとするレーザ共振器自体も前記レーザ共振器と同様

の発振周波数の揺らぎを有する。このため、同期発振させようとするレーザ共振器の共鳴周波数を同期する周波数帯域に常に保持することを長期にわたって保証することができない。

【0009】

また、盗聴者が以上説明した同期発振により信号を復調する手段を取得している場合には、盗聴した信号を復調することを阻止する何らの物理的手段をも従来の方法は担保していない。

【0010】

従って本発明は上記の課題に鑑み、光通信システムにおいて、量子力学的な揺らぎに基づく究極の光信号のスクランブル技術を提供し、盗聴等の不正行為を無効にする高信頼化を図ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する第1発明の光通信方法は、送信側で少なくとも二つの波長の光に同一信号を重畳させて光信号を送信し、これらの光信号を多重化して光ファイバ又は空間を伝播させ、受信側で対応する波長の信号を選択して同時に同一光検出器で直接検波することにより復調する光通信方法であって、

前記少なくとも二つの波長の光は、単峰性のモードが同時に発振するレーザ光であって、各々のモードの光子の統計分布がボーズアインシュタイン分布に従い、且つ、それら二つのモードの和の光子の統計分布がポアソン分布に従うレーザ光であることを特徴とする。

【0012】

また、第2発明の光通信方法は、第1発明の光通信方法において、

信号光を構成する波長毎又はいくつかの波長の束毎に異なる経路で且つ等距離を伝播させ、受信地点で合波して同時に同一光検出器で直接検波するとにより復調することを特徴とする。

【0013】

また、第3発明の光通信方法は、第1又は第2発明の光通信方法において、

前記少なくとも二つの波長の光の強度が等しくなるようにすることを特徴とす

る。

【0014】

また、第4発明のレーザ発振器は、透過中心波長が異なる少なくとも二つのバンドパス光フィルタと利得飽和特性を有する光増幅媒体を含むレーザ発振器であって、

前記バンドパス光フィルタの二つの中心波長に一致する単峰性のモードが同時に発振し、各々のモードの光子の統計分布がボーズアインシュタイン分布に従い、且つ、それら二つのモードの和の光子の統計分布がポアソン分布に従うことを特徴とする。

【0015】

また、第5発明のレーザ発振器は、第4発明のレーザ発振器において、利得飽和特性を有する光増幅媒体は半導体光増幅器であることを特徴とする。

【0016】

また、第6発明のレーザ発振器は、第4又は第5発明のレーザ発振器において、透過中心波長が異なる少なくとも二つのバンドパス光フィルタと利得飽和特性を有する光増幅媒体を含むレーザ発振器は光ファイバを用いたリング共振器で構成され、このリング共振器の光経路の1点を分岐して前記バンドパス光フィルタにそれぞれ入射し、その透過光を再び合波して1本の光ファイバに結合させることによりリング共振器内を異なる二つの波長のモードで同時発振させてレーザ光を得ることを特徴とする。

【0017】

また、第7発明のレーザ発振器は、第4、第5又は第6発明のレーザ発振器において、

各々の分岐に可変光減衰器を備え、各々のバンドパス光フィルタの透過中心波長の光強度が等しくなるように前記可変光減衰器を調整することを特徴とする。

【0018】

また、第8発明のレーザ発振器は、第4、第5、第6又は7に記載のレーザ発振器において、

リング共振器内に偏波制御器を配置したことを特徴とする。

【0019】

また、第9発明のレーザ発振器は、第4、第5、第6又は第7発明のレーザ発振器において、

リング共振器を構成する光ファイバは偏波保持ファイバであり、レーザ発振器の光出力が最大となるように偏波状態を調整して接続したことを特徴とする。

【0020】

ここで、同時に発振する異なる波長の単峰性のモードのレーザ光の性質を光子統計により説明する。光子統計とは、有限の時間スロットT内に光子を計数する観測系において計数される光子数の頻度の統計をとるもので、図5に示すように、コヒーレント光である正弦波電磁波は理論的にポアソン分布を有し、また、白色光などのカオス光はボーズアインシュタイン分布となる。前記の2波長同時発振のレーザ光は、図6に示すように、通常の単一モードレーザと同様に安定な光子列を発生するため、光子の波長（白と黒で区別している）に無頓着になれば従来の単一モードレーザ光と同様にポアソン分布を持つ光子統計に従う。しかし、波長毎に光子統計をとると、どの波長の光子をレーザ発振器が発生するかということは完全に量子力学的に無秩序であるから、各々の波長の光は、カオス光に対応したボーズアインシュタイン分布を呈する光子統計に従う。

【0021】

従って、以上説明したように、2波長で同時に発振するレーザ発振器から発生するレーザ光に対して光フィルタにより分波したり合波したりすることにより、安定な状態から無秩序な状態への移行又はその逆を容易に行える。

【0022】

本発明は、このような秩序と無秩序の光の状態を利用することにより、量子力学的な光信号のスクランブルを行おうとするものである。即ち、秩序状態でデータの変復調を行い、無秩序状態で光信号を伝送するものであり、伝送過程で盗聴されても量子力学的に無秩序状態であるがゆえに、いかなる人為的な方法でも復調することが許されないのである。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図を用いて詳細に説明する。

【0024】

(第1の実施の形態)

図1は本発明の第1の実施の形態に係るレーザ発振器の構成図である。図1に示すように、利得飽和特性を有する光増幅媒体としての半導体光増幅器1は、半導体導波路から成る光増幅素子2の入出力の双方にコリメートビーム6を形成するレンズ3を介してアイソレータ4を配置し、レンズ3により再び光ファイバ5に結合する構成を有する。

【0025】

半導体光増幅素子2は、半導体レーザと同様に誘導放出による光増幅作用を有するが、反射防止コートや斜め出射端等端面反射を防止するために工夫された構造を備えている。また、出射端面近傍で吸収率を小さくするようなバンドギャップを持つ窓構造を設け、増幅光による端面損傷を防止するようにしている。アイソレータ4は、戻り光を防止するのみならず、このような半導体光増幅素子2が発生する不要な自然放出光がレーザ共振器全体に広がるのを防止し、一方向のみの光伝播を許す進行波形光増幅器としての機能を発現させている。

【0026】

このような半導体光増幅器1の出射側に光ファイバ5を介して分波器としての方向性結合器7を配置することにより、光の経路を分割する。分割後の分岐の各々にはバンドパス光フィルタ8、偏波制御器9、パワーモニタ10及び可変光減衰器11を配置し、再び方向性結合器18により合波し、その出力の一方を前記半導体光増幅器1の入力に接続してリング状のレーザ共振器を構成し、他方の出力をレーザ光出力として利用するようにしている。

【0027】

パワーモニタ10は、レンズ12により形成されるコリメートビーム中に配置されたハーフミラー13と、このハーフミラー13による反射光を受光するPD（フォトダイオード）14から成り、光強度に対応した電気信号を出力する。このようなパワーモニタ10は分岐毎に配置されているので、各々の分岐が備えるバンドパス光フィルタ8の透過中心波長に対応したパワーがモニタできる。

【0028】

パワー制御回路15は、以上説明したパワーモニタ10で検出した各々の波長の光強度（モニタ信号16）を元に、各々の発振波長のパワー差を計算し、その差が0となるように可変光減衰器11の制御信号17を発生する。可変光減衰器11は、この制御信号17を受けて速やかに減衰量を変え、出力が等しい多波長同時発振が可能なレーザ発振器20が実現される。

【0029】

このようにして発生させた多波長から成るレーザ光は、全出力としてポアソン分布の光子統計を有するコヒーレントに近い光を発生する一方、各々の波長成分は、無秩序のボーズアインシュタイン分布を持つ光子統計に従った光となっている。

【0030】

バンドパス光フィルタ8に連続波長可変フィルタを用いることにより、任意の多波長でレーザ発振が可能である。

【0031】

なお、以上説明したリング状のレーザ発振器20において、光ファイバを全て偏波保持ファイバに置き換えるようにしてもよい。この場合、偏波面が最適になるように調整しながら、即ち、レーザ発振器の光出力が最大となるように偏波状態を調整して偏波保持ファイバを接続することにより上記のような構成のレーザ共振器をつくれば、偏波制御器10を省略して同様の作用を得ることができる。

【0032】

（第2の実施の形態）

図2は本発明の第2の実施の形態に係る光通信方法を説明する図である。図2に示すように、送信部では、例えば上記第1の実施の形態で示したレーザ発振器20を複数配置し、これらのレーザ発振器20により、 λ_{i1} , λ_{i2} ($i=1, 2, \dots, n$) など、ここでは2波長同時発振レーザ光を発生するようになっている。このレーザ光に対し、データに基づいて光変調器21により、2波長同時にコーディングして光信号を生成し、更に合波器23により、それらを多重化して一括伝送する。

【 0 0 3 3 】

受信部では、分波器 2 4 により全ての波長成分を一旦分波するようになっている。分波器 2 4 としては、例えば、アレイ導波路格子を用いた波長合分波器が利用できる。分離できる波長は決まっているので、送信部に配置されたレーザ発振器 2 0 の発振波長を受信部における分離波長にあらかじめ整合させておく必要がある。

【 0 0 3 4 】

そして、 $2 \times N$ 光スイッチ 2 5 を分波器 2 4 の後に配置し、分波器 2 4 で分波された波長成分 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$ の中からもとのレーザ発振器 2 0 が発生する二つの波長に対応したものを選択するようになっている。選択した波長に対応する光出力は方向性結合器 2 6 により合波され、その出力の一方が PD 2 7 に入力されて直接検波を行い、データを復調する。

【 0 0 3 5 】

ここで、どの波長を選択するかはあらかじめ秘匿情報として送受信双方で了解している事項である。一方、波長毎に単独に信号を受信しても雑音しか検出できない。このため、前記の了解事項を知らなければ、正しい波長を多くの多重化された光信号の中から選択することは容易でない。

【 0 0 3 6 】

(第 3 の実施の形態)

図 3 及び図 4 は本発明の第 3 の実施の形態に係る光通信方法を説明する図である。図 3 は送信部の構成であり、レーザ発振器 2 により 2 波長で同時発振するレーザ光を光変調器 2 1 でコーディングすることによりデータを重畳して光信号を得る手段を複数設けるところは上記第 2 の実施の形態と同じである。

【 0 0 3 7 】

これらの光信号を合波器 2 3 で合波し、分波器 2 4 で分波して各々の波長成分 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$ に分離した後、同時発振する二つの波長 λ_{i1} と λ_{i2} ($i = 1, 2, \dots, n$) が分離するように $N \times N$ 光スイッチ 3 1 で二つの波長群 $\lambda_{11}, \lambda_{21}, \dots, \lambda_{n1}$ と $\lambda_{12}, \lambda_{22}, \dots, \lambda_{n2}$ に組み替える。更に、二つの合波器 3 2, 3 3 により、それら二つの波長群を各々合波して波長多重信

号を生成し、これらをそれぞれの伝送路 3 4, 3 5 に入れて独立の光経路を等距離伝播させる。

【0 0 3 8】

図 4 はこれら二つの波長多重信号からデータを復調する受信部の構成である。図 4 に示すように、受信部では、伝送路 3 4, 3 5 によってそれぞれ伝播されてきた二つの波長多重信号を方向性結合器 3 6 により合波し、更に、アレイ導波路格子等の分波器 3 7 により各々の波長成分 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$ に分離する。その後、分波器 3 7 の後に配置した $2 \times N$ 光スイッチ 3 8 により、分波器 3 7 で分波された波長成分 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$ の中からもとのレーザ発振器 2 0 が発振する二つの波長に対応した波長の組を選択して再び方向性結合器 3 9 により合波し、PD 4 0 により直接検波してデータを復調する。このとき、正しい波長の組は上記第 2 の実施の形態と同様に秘匿情報としてあらかじめ受信部に周知されている。

【0 0 3 9】

このような第 3 の実施の形態では、伝送路 3 4, 3 5 を物理的に隔絶することにより、対となる二つの波長の信号光を同時に得ることはできなくなるため、盗聴によるデータの不正取得を完全に防止することができる。

【0 0 4 0】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、量子的な揺らぎを利用して人為的に再生困難な二つ又はそれ以上の雑音に信号光を分離する。このため、一つの波長に着目して受信してもカオス的な雑音成分が検出されるのみである。従って、盗聴によるデータの復調をほぼ完全に阻止することができる。更に、一つの信号光を複数の波長成分に分離した後、それぞれ異なる経路を伝播させることにより、盗聴によるデータ復調の可能性を物理的にも完全に排除し、極めて高い信頼性のある通信サービスを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係るレーザ発振器の構成図。

【図 2】

本発明の第 2 の実施の形態に係る光通信方法を説明する図。

【図 3】

本発明の第 3 の実施の形態に係る光通信方法を説明する図。

【図 4】

本発明の第 3 の実施の形態に係る光通信方法を説明する図。

【図 5】

同時に発振する異なる波長の単峰性のモードのレーザ光の性質を光子統計により説明する図。

【図 6】

同時に発振する異なる波長の単峰性のモードのレーザ光の性質を光子統計により説明する図。

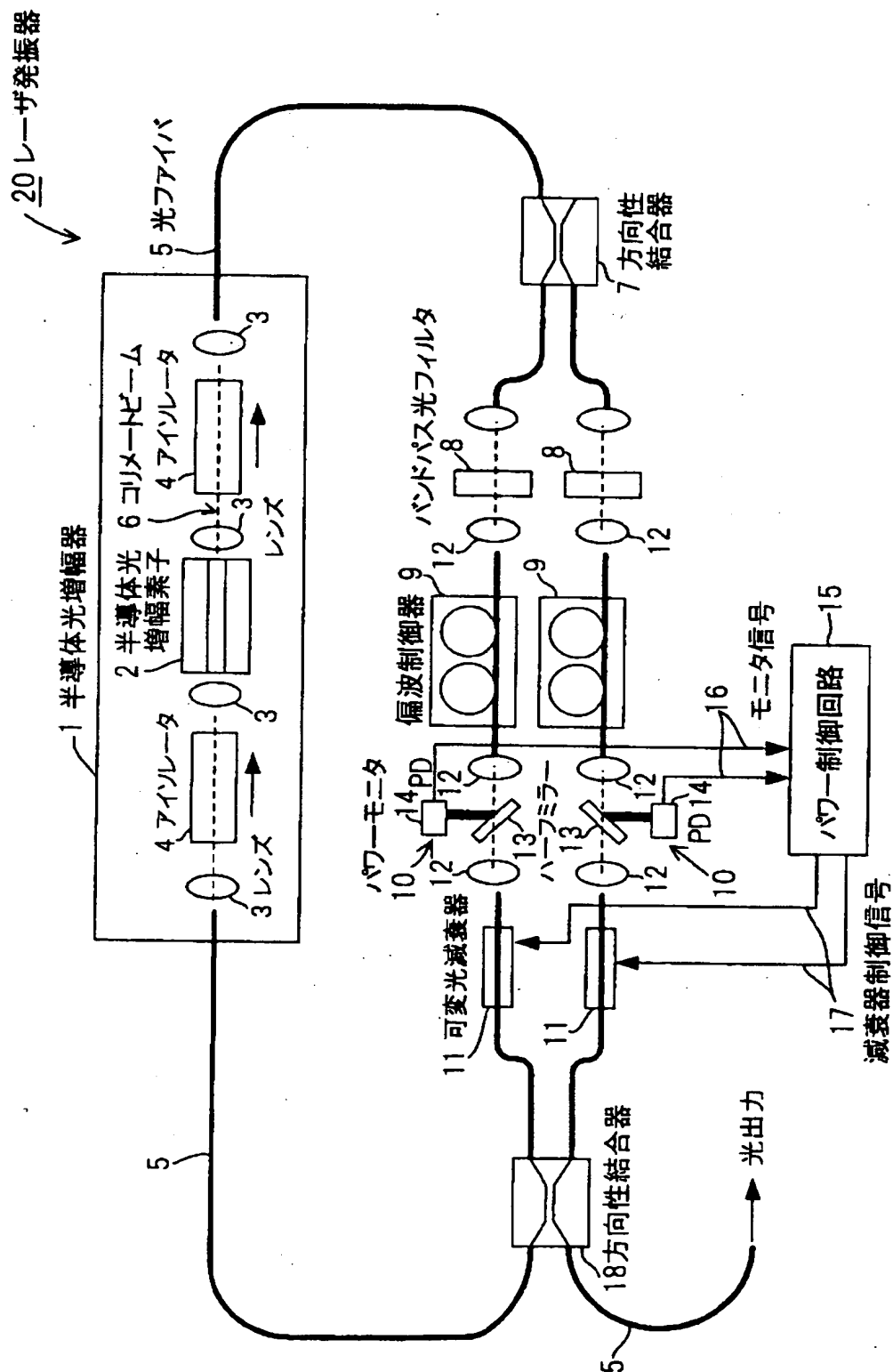
【符号の説明】

- 1 半導体光増幅器
- 2 光増幅素子
- 3 レンズ
- 4 アイソレータ
- 5 光ファイバ
- 6 コリメートビーム
- 7 方向性結合器
- 8 バンドパス光フィルタ
- 9 偏波制御器
- 10 パワーモニタ
- 11 可変光減衰器
- 12 レンズ
- 13 ハーフミラー
- 14 PD (フォトダイオード)
- 15 パワー制御回路
- 16 モニタ信号

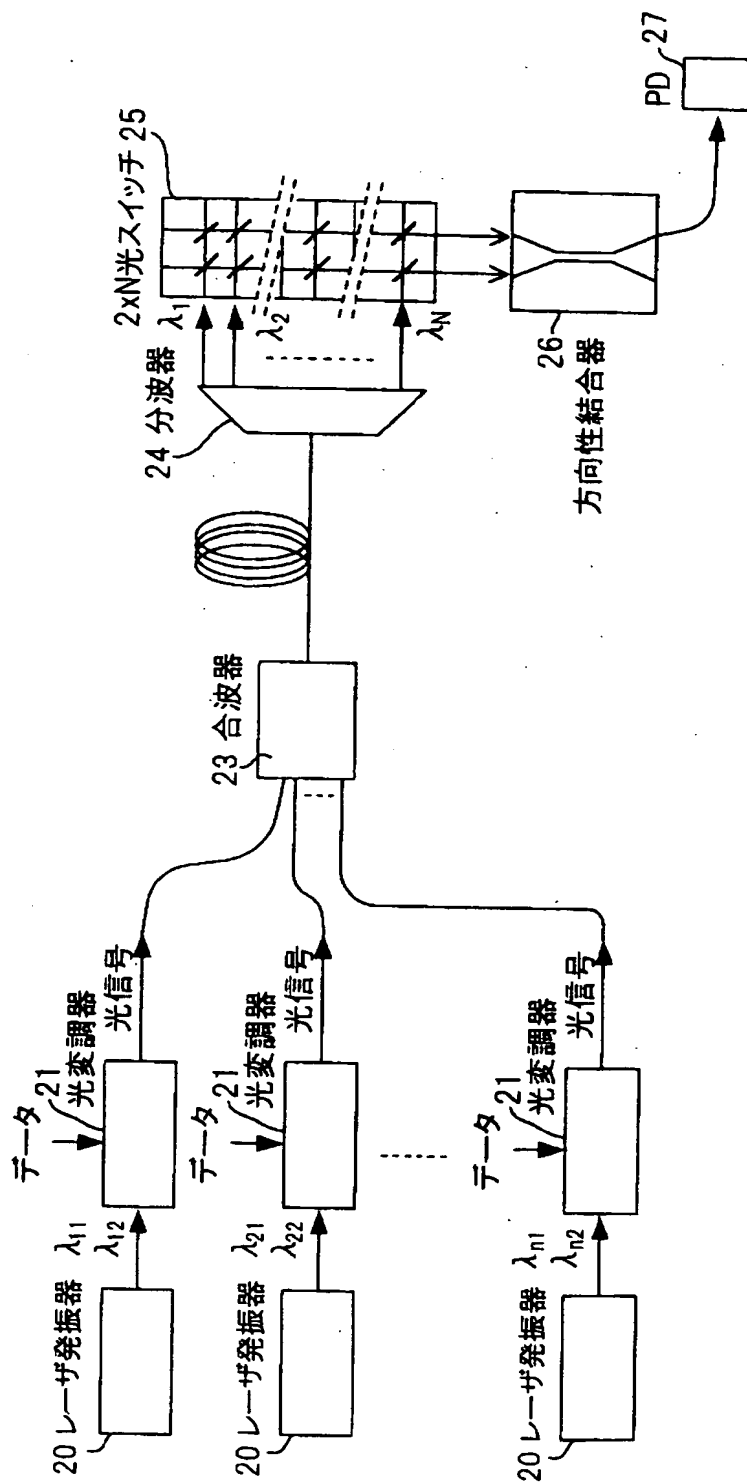
- 1 7 減衰器制御信号
- 1 8 方向性結合器
- 2 0 レーザ発振器
- 2 1 光変調器
- 2 3 合波器
- 2 4 分波器
- 2 5 2×N光スイッチ
- 2 6 方向性結合器
- 2 7 P D (フォトダイオード)
- 3 1 N×N光スイッチ
- 3 2 合波器
- 3 3 合波器
- 3 4 伝送路
- 3 5 伝送路
- 3 6 方向性合波器
- 3 7 分波器
- 3 8 2×N光スイッチ
- 3 9 方向性結合器
- 4 0 P D (フォトダイオード)

【書類名】 図面

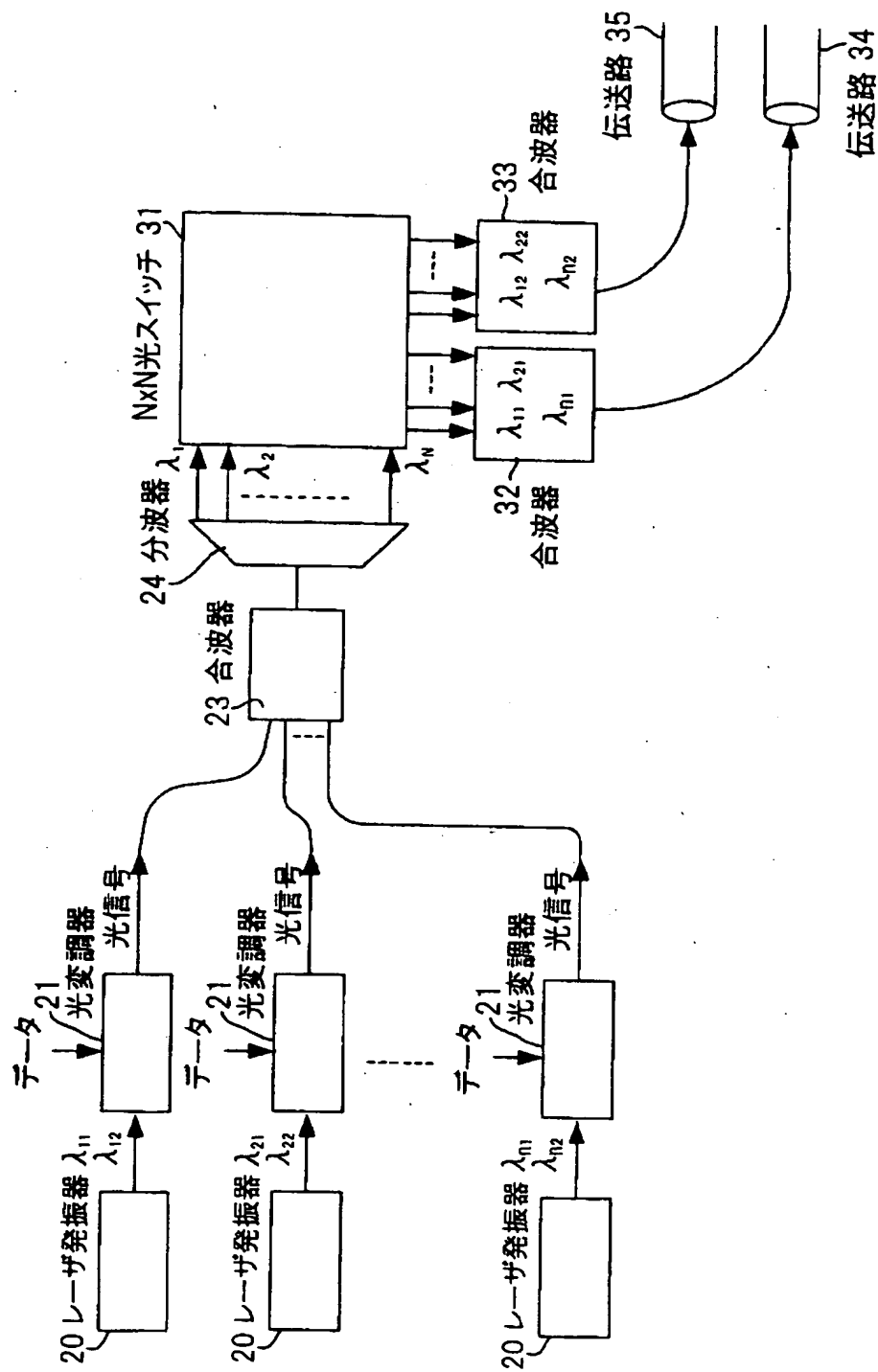
【図 1】



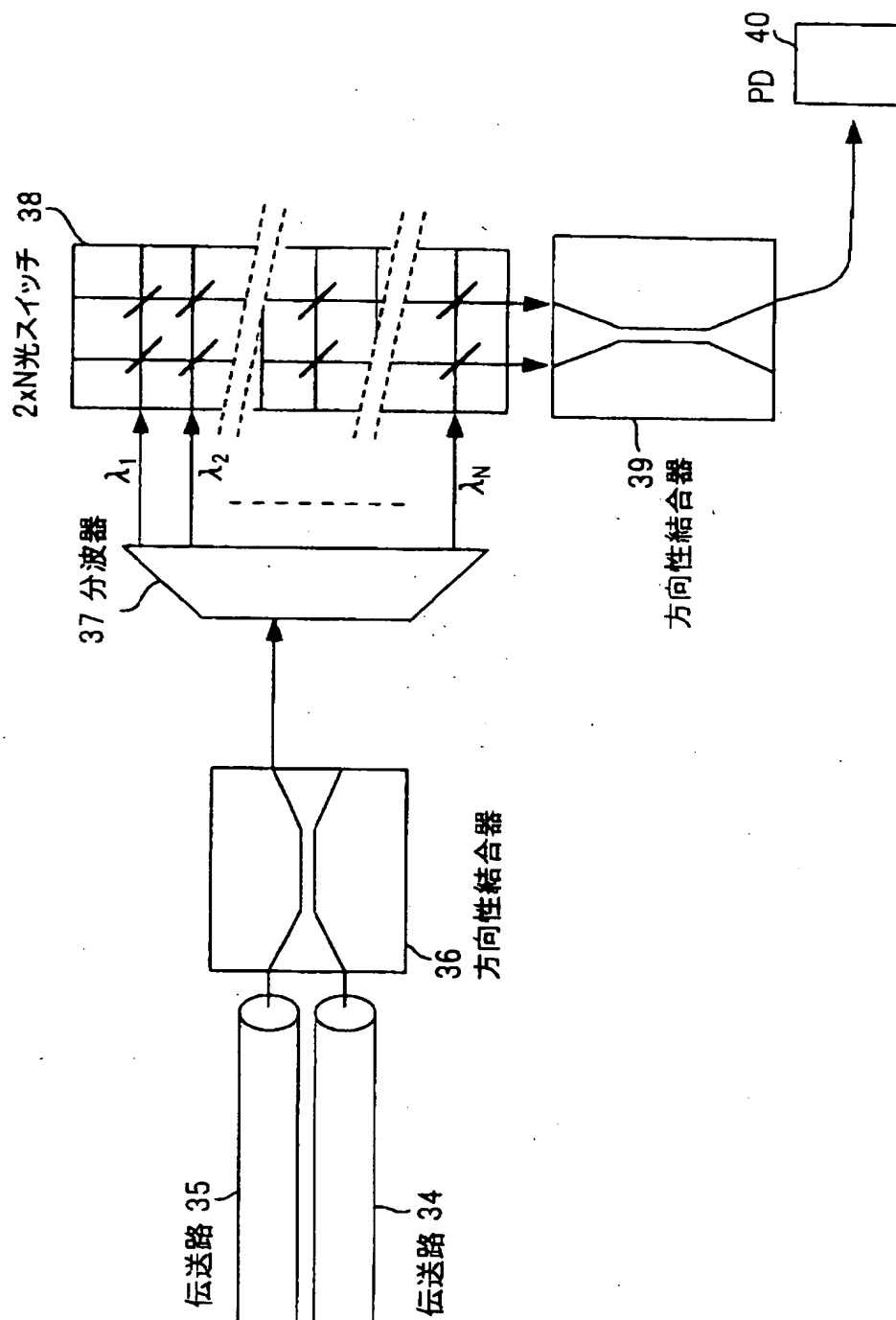
【図 2】



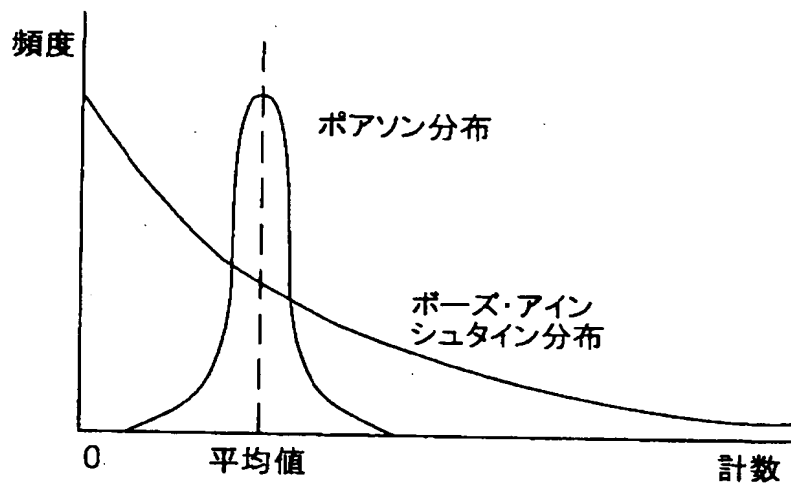
【図 3】



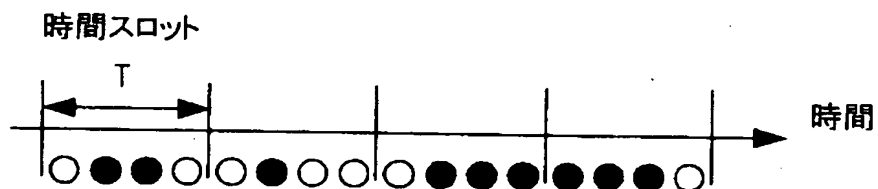
【図 4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光通信システムにおいて、量子力学的な揺らぎに基づく究極の光信号のスクランブル技術を提供し、盗聴等の不正行為を無効にする高信頼化を図る。

【解決手段】 送信側で少なくとも二つの波長の光に同一信号を重畳させて光信号を送信し、これらの光信号を多重化して光ファイバ又は空間を伝播させ、受信側で対応する波長の信号を選択して同時に同一光検出器で直接検波することにより復調する光通信方法であって、前記少なくとも二つの波長の光は、単峰性のモードが同時に発振するレーザ光であって、各々のモードの光子の統計分布がボーズアインシュタイン分布に従い、且つ、それら二つのモードの和の光子の統計分布がポアソン分布に従うレーザ光とする。また、信号光を構成する波長毎又はいくつかの波長の束毎に異なる経路で且つ等距離を伝播させ、受信地点で合波して同時に同一光検出器で直接検波する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004226]

1. 変更年月日 1999年 7月15日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
氏 名 日本電信電話株式会社